

---

# **VIHIVAUNUJEN KÄYTÖN OPTIMOINTI**

Vihivaunujen käyttöasteen parantaminen käytön laajentamisella sisälogistiikassa



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Logistiikan koulutusohjelma

Forssa, 2018

Juuso Lähde



FORSSA  
Insinööri AMK  
Logistiikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Juuso Lähde	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Vihivaunujen käytön optimointi	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyö on tehty Teknos Oy:n Rajamäen tehtaan tilauksesta. Teknos Oy on päivittämässä Rajamäen tehtaalla olevia vihivaunujärjestelmiään, ja päivityksen yhteydessä vihivaunujen käyttöä halutaan laajentaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä Rajamäen tehtaan sisälogistiikasta uusia usein toistuvia siirtoja, jotka olisi jatkossa mahdollista suorittaa viihivaunuilla, ja täten vapauttaa henkilökuntaa tuottavampaan työhön, sekä parantaa vihivaunujärjestelmän käyttöastetta.

Opinnäytetyössä on sovellettu logistiikan alan kirjallisuutta ja toimeksiantajan ERP-järjestelmästä saatua tietoa, sekä eri vihivaunuvalmistajien tarjoamia materiaaleja vihivaunuihin liittyen. Myös opinnäytetyön tekijän oma kohtainen kokemus kyseisen tehtaan sisälogistiikasta ja vihivaunujen käytöstä tuotantoympäristössä mahdollistivat työn edistymisen suunnitellusti.

Tutkimusmenetelminä käytettiin havainnointia ja mittaamista Teknos Oy:n tehtaan tiloissa, ERP-järjestelmästä saadun tiedon analysointia, yritysvierailuja ja haastatteluja vihivaunu toimittajien tehtailla, sekä yhteistyötä tehtaan ja sen eri osastojen johdon kanssa.

Tutkimustyön aikana löytyi useita usein toistuvia siirtoja, jotka olisi mahdollista suorittaa vihivaunuilla. Nämä siirrot muuttamalla vihivaunujen suoritettaviksi, saataisiin vihivaunujen käyttöastetta nostettua huomattavasti, sekä vapautettua henkilötöytunteja muuhun käyttöön. Lisäksi opinnäytetyön aikana selvisi useita perusteita vihijärjestelmän uusimiseen tehtaan laatiatason osalta.

Johtopäätöksenä Teknos Oy:n Rajamäen tehtaan vihivaunujärjestelmä tulisi ainakin pääosin uudistaa pikaisesti, ja järjestelmän käyttöastetta nostaa ottamalla työssä esitettyjä uusia siirtoja vihivaunujen suoritettaviksi.

**Avainsanat** Käyttöaste, sisäiset siirrot, sisälogistiikka, tehostaminen, vihivaunu

**Sivut** 24 s. + liitteet 5 s.

FORSSA

Degree Programme in Logistics

---

<b>Author</b>	Juuso Lähde	<b>Year</b> 2018
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Optimizing the use of automatically guided vehicles	

---

ABSTRACT

This thesis was commissioned by Teknos Oy plant in Rajamäki. Teknos is currently updating their system of automatically guided vehicles (AGV) at the Rajamäki-plant. During the update process they also want to expand the use of AGVs at the plant.

The purpose of this thesis project was to search for repeated transfers of materials in the internal logistics of the Rajamäki-plant. Transports that could be done using AGVs and in that way release personnel for more productive work that would also increase the utilization rate of the AGVs.

This thesis was made by applying literature from the field of logistics, data gained from the Enterprise Resource Planning-system of the works orderer, and materials on AGVs gained from different manufacturers of AGVs. Al. The author's own experience about the internal logistics of the plant and the usage of AGVs in the production environment helped to timalise the project as planned.

Research methods used included observations and measuring in the production premises, analyzing the data from the ERP-system, visiting and interviewing AGV-suppliers, and co-operation with the management of the Rajamäki-plant.

During the research project there were several transfers found that could be made using the AGVs. By changing these transports to be conducted by AGVs one could increase the utilization rate of the AGVs, and release working hours of the personnel for more productive work. During the project several reasons were found for updating most of the present AGV-system.

The main conclusions of the thesis were that for the most part of the present AGV-system should be shortly updated, and the found repeated transfers should be changed to be performed by the AGVs to increase the utilization rate of the AGVs

**Keywords** Automatic guided vehicle, inside logistics, inside transports, optimize, utilization rate

**Pages** 24 p. + appendices 5 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	SISÄLOGISTIIKKA.....	1
2.1	Tuotannonohjaus .....	1
2.2	Hankinta .....	2
2.3	Valmistuotevarastot.....	2
2.4	Yleisesti.....	3
3	TEKNOS OY.....	3
3.1	Rajamäen tehdas.....	3
3.2	Tilat Rajamäellä .....	3
3.3	Vihivaunujen hyödyntäminen .....	4
3.4	Vihivaunujen uusiminen .....	5
4	VIHIVAUNUT.....	5
4.1	Ohjaus.....	5
4.1.1	Lattiakaapelit .....	5
4.1.2	Lasertutkat .....	5
4.2	Rakenne.....	6
4.3	Käyttökohteet .....	6
4.4	Vihivaunujärjestelmän hyötyjä .....	7
5	NYKYINEN JÄRJESTELMÄ.....	8
5.1	Jauhetuotannon vihijärjestelmä.....	9
5.2	Nestemaaliosaston vihijärjestelmä .....	10
5.3	Jauhemaaliosaston ja -varaston välinen vihijärjestelmä.....	11
5.4	Nykyisen järjestelmä ongelmia .....	11
5.5	Käyttöaste.....	12
5.5.1	Nestemaaliosasto .....	13
5.5.2	Jauhemaaliosasto .....	13
6	SAAPUVA TAVARA.....	13
6.1	Keskusvarasto.....	13
6.2	A-tehdas .....	14
6.3	Jauhemaalitehdas.....	14
6.4	Huomioitava .....	15
6.4.1	Puolivalmisteet .....	15
6.4.2	Suurpakkaukset.....	16
7	NYKYISET USEIN TOISTUVAT SIIRROT .....	16
7.1	Tyhjät lavat massapaikalta tuotannon puskurivarastoon.....	16
7.2	Pienpanososaston valmis tuotanto jauhemaalivarastoon .....	16
7.3	Tynnyrit ja kontit massapaikalta tuotantoon .....	16
7.4	Puolivalmisteet D-tehtaalta pienpanostuotantoon.....	17
7.5	Tieviivalinjan tuotanto keskusvarastoon .....	17

7.6	Täydet suurpakkaukset nestemaalituotannosta keskusvarastoon .....	17
7.7	Yhteenveto .....	18
8	VIHIJÄRJESTELMÄN PÄIVITYSVAIHTOEHDOT .....	19
8.1	Osan vaunujen päivittäminen .....	19
8.2	Kaikkien vaunujen päivittäminen .....	20
8.3	Koko järjestelmän uusiminen .....	20
9	TOIMITTAJAN VALINNASSA HUOMIOITAVA .....	20
9.1	Toimittajan koko ja toimialue .....	20
9.2	Suuret toimittajat .....	21
10	TOIMENPIDE-EHDOTUS .....	21
10.1	Vaunujen uusiminen .....	22
10.2	Akku- / latausjärjestelmä .....	22
10.3	Uudet vihireitit .....	23
11	YHTEENVETO .....	24
	LÄHTEET .....	25

Liite 1	Prosessikaavio – Saapuvatavara
Liite 2	Prosessikaavio – Sisäiset siirrot
Liite 3	Etäisyysmatriisi
Liite 4	Uudet vihireitit

## 1 JOHDANTO

Teknos Oy:n Rajamäen tehdas on kaksituhattaluvulla laajentunut voimakkaasti. Tämä lisättynä toiminnallisiin muutoksiin tehtaan sisällä on aiheuttanut suuria haasteita tehtaan sisälogistiikan toteutukselle. Raaka-aineiden ja tarvikkeiden toimittaminen tuotantolinjoille vie runsaasti työtunteja ja aiheuttaa vaaratilanteita runsaan liikenteen ja ahtaiden tilojen takia. Lisäksi saapuvan tavaran käsittely ja hyllytys ovat työlästä ja aikaa vievää.

Opinnäytetyön tarkoituksena on optimoida vihijärjestelmän käyttöä. Nykyisen järjestelmän käyttöaste on jäänyt alhaiselle tasolle, ja järjestelmän päivittäminen todennäköisesti tulee tehostamaan järjestelmää entisestään. Myös uudemman järjestelmän laajemmat ominaisuudet erityisesti ohjaukseen liittyen mahdollistavat monipuolisempaa vihien käyttöä sisälogistiikassa. Työn tarkoituksena on siis selvittää mitä sisälogistiikan usein toistuvia ja henkilöstöä paljon sitovia siirtoja voitaisiin toteuttaa uudistetulla, tai jo nykyiselläkin vihijärjestelmällä, ja täten vapauttaa henkilöstöä tuottavampaan työhön.

## 2 SISÄLOGISTIikka

Logistiikalla yleisesti tarkoitetaan materiaali-, tieto- ja rahavirtojen hallintaa. Teollisessa tuotantoympäristössä logistiikan ensisijainen tehtävä on varmistaa tarvittavien materiaalien oikea-aikainen saaminen tuotantolinjoille, ohjata tuotannon sisäisiä materiaalivirtoja, sekä hallita tuotteiden varastointia ja lähettämistä eteenpäin. Tuotantoympäristön logistiikka jaetaankin yleensä kolmeen osaan: tulologistiikka, sisälogistiikka ja lähtölogistiikka. (Karrus 1998, 72-93)

Sisälogistiikka käsittää nimensä mukaisesti tuotantoyksikön sisäiset siirrot: materiaalien siirto tuotantolinjoille, tuotantosolujen väliset materiaalsiirrot, välivarastot, keskeneräisen tuotannon hallinta, ja siirrot tuotannosta varastoon, tai suoraan jakeluketjuun. (Karrus 1998, 72-93)

### 2.1 Tuotannonohjaus

Sisälogistiikan suunnittelun perustana on yleensä se, minkälaista tuotannonohjausta käytetään. Yleisimpiä tuotannonohjaustapoja ovat materiaali-tarvesuunnittelu (MRP, Material Requirements Planning), Just In Time (JIT, suomeksi: juuri oikeaan tarpeeseen) ja skedulointi (töiden ajoitus). (Karrus 2003, 72-93)

Tuotannon ohjauksen tapa liittyy yleensä tuotannon volyymiin ja ennustettavuuteen. Materiaalitavresuunnittelu on mahdollista, kun tuotanto on volyymiltaan suurta ja helposti ennustettavaa. Tällöin myös JIT-tyyppinen ohjaus on mahdollista, kun tuotantoa pystytään ennustamaan, ja tarvittavan materiaalin määrä ja tarveajankohta tiedetään. (Karrus 1998, 72-93)

Töiden ajoitus sopii paremmin pienemmille tuotannoille ja projektityyppisille tuotannoille. Kun resurssit ovat rajalliset, töiden ajoitusta ohjaamalla saadaan tarvittavat resurssit kulloinkin työnalla olevan vaiheen käyttöön. (Karrus 2003, 72-93)

### 2.2 Hankinta

Myös tulologistiikka ohjaa sisälogistiikan suunnittelua. Ihanteellinen tilanne sisälogistiikan kannalta oli, että välivarastoja ei tarvita ollenkaan, vaan tarvittavat materiaalit virtaavat tuotantoon juuri tarpeen mukaan. Käytännössä tämä on kuitenkin yleensä mahdotonta, sillä tuotannon ennustaminen täydellisesti on yleensä mahdotonta, ja materiaalipuutteista johtuvat seisokit ovat tuotannolle erittäin haitallisia. (Karrus 2003, 72-93)

Myös hankinta vaikuttaa välivarastoinnin tarpeeseen, sillä useuden materiaalien kertahankintamäärät voivat olla suuria, ja tasaista toimitusrytmiä on hankalaa ja kallista ylläpitää. Usein myös tilausmäärää kasvattamalla saadaan laskettua materiaalin yksikköhintaa. Paljon käytettäviä ja edullisia materiaaleja onkin kannattavampaa yleensä pitää koko ajan varastossa, ja uhrata enemmän aikaa ja resursseja kalliiden ja harvemmin käytettävien materiaalien hankintaan juuri oikeaan tarpeeseen. (Karrus 2003, 72-93)

### 2.3 Valmistuotevarastot

Logistiikan kannalta suotuisinta olisi, että tuote valmistuttuaan päätyisi tuotannosta suoraan loppuasiakkaalle. Käytännössä näin kuitenkin harvemmin tapahtuu, vaan tuotteet päätyvät linjalta valmistuotevarastoon.

Varastoimisen syitä:

- Kysynnän vaihtelu: Vaikka tuotteen valmistus voidaankin saada volyymiltaan tasaiseksi, tuotteiden kysynnässä tapahtuu yleensä vaihtelua. Monet tuotteista ovat kausiluonteisia, jolloin kysyntä vaihtelee vuodenaikaan nähden suurestikin. Tällöin tuotetta kannattaa valmistaa hiljaisen kysynnän aikana varastoon, jolloin tuotantoa ei tarvitse mitoittaa vastaamaan korkean kysynnän jakson menekkiä. Myös erilaiset kampanjat ja esimerkiksi tulossa olevat hinnan korotukset voivat vaikuttaa kysyntään.
- Kuljetuskustannukset: Yksittäisen tuotteen kuljettaminen asiakkaalle on kallista. Mitä suurempia määriä tuotetta saadaan kuljetettua kerralla, sen pienemmät ovat kuljetuskustannukset. Tämä kuitenkin vaatii tuotteen kerryttämistä varastoon, jolloin varastointikustannukset nousevat. (Sakki 2009, 103-106)

## 2.4 Yleisesti

Kun tulologistiikan, tuotannon ja lähtölogistiikan tarpeet sisälogistiikalle on saatu määritettyä, päästään suunnittelemaan sisälogistiikan toteutusta. Millaisia välivarastoja tarvitaan, ja mitkä ovat niiden otollisimmat sijoituspaikat? Ja millaisia ja kuinka paljon siirtoja, siirtolaitteita ja henkilöstöä tarvitaan, jotta tuotanto ja valmistuotteiden siirto varastoon tapahtuu riittävän sujuvasti ja tehokkaasti?

## 3 TEKNOS OY

Teknos Oy on vuonna 1948 perustettu maalin valmistamiseen erikoistunut yritys. Koko konsernilla on tuotantoa seitsemässä eri maassa, ja myyntiyhtiöitä 17 maassa. Teknos Oy:n tuotantolaitokset sijaitsevat Pitäjänmäellä, jossa sijaitsee myös pääkonttori ja myyntiosasto, sekä Rajamäellä. Teknos konserni työllistää noin 1700 henkilöä, joista noin 500 Suomessa. Teknos konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli noin 307 miljoonaa euroa. (Teknos Oy 2010)

### 3.1 Rajamäen tehdas

Teknos Oy:n Rajamäen tehdas on otettu käyttöön vuonna 1976 (Korppi-Tommola 1998, 83). Nykyisin tehtaalla on vesiohenteisten maalien tuotantoa, jauhemaalituotantoa, keskusvarasto nestemaaleille, jauhemaalivarasto, raaka-ainevarasto, sekä korjaamo. Henkilökuntaa tehtaalla on noin 200 henkilöä, sekä lisäksi kesäisin noin 50 kausityöntekijää.

### 3.2 Tilat Rajamäellä

Teknos Oy:n Rajamäen tehtaan ensimmäinen A-rakennus on otettu käyttöön vuonna 1977. Tällöin kyseisessä rakennuksessa suoritettiin kaikki Teknos Oy:n Rajamäen toiminnot.

Vuonna 1992 Rajamäellä otettiin käyttöön B-rakennus, joka toimii edelleen Teknos Oy:n keskusvarastona. Keskusvarastoon siirrettiin kaikki valmis-tuotevarastointi A-rakennuksesta. Keskusvarasto sisältää korkeavaraston, palavien aineiden varaston, sekä lähettämötilat.

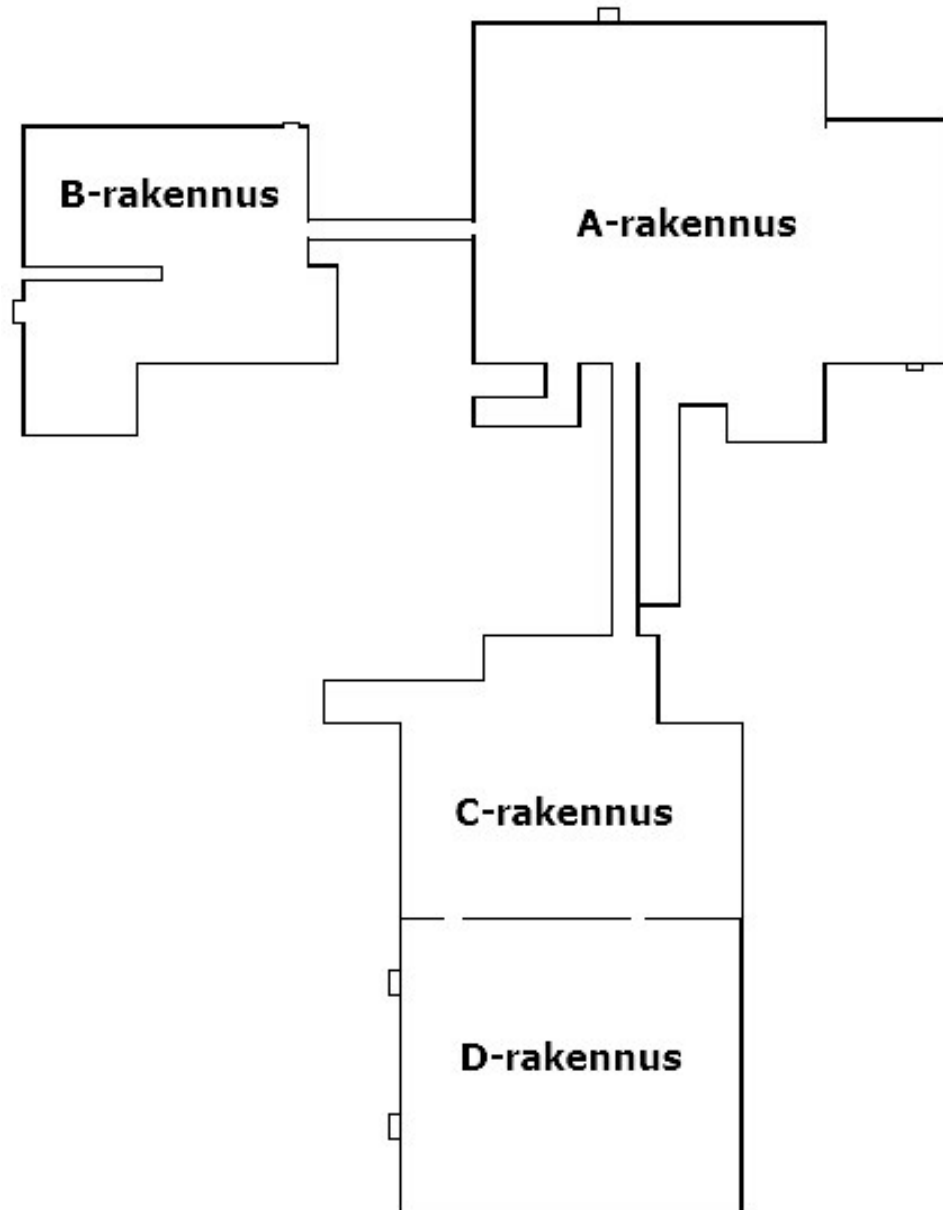
Vuonna 2003 käyttöön otettiin C-rakennus, johon valmistettiin tilat raaka-aineiden ja tyhjien purkkien varastointiin, sekä koulutus tiloja ja uusi ruokala.

Vuonna 2007 Rajamäelle valmistui Pohjoismaiden suurin jauhemaalitehdas (D-rakennus), joka sisältää myös tiloja raaka-aineiden varastointiin, toimitus-tiloja, sekä laboratorion jauhemaalituotannon tarpeisiin.

Tilan puutteen johdosta jauhemaalien varastointi oli muutaman vuoden ulkoistettuna, mutta talouden taantuman myötä jauhemaalien varastointi päätettiin kotiuttaa vuonna 2010 raaka-ainevaraston tiloihin.



Tehtaan layoutin (kuva 1) muodostuminen vuosien mittaan, sekä ajan mittaan tehty uudelleen järjestelyt ovat aiheuttaneet suuria haasteita tehtaan sisälogistiikalle: siirtomatkat ovat pitkiä, tiloja on jouduttu uudelleenjärjestelmään muutosten myötä, sekä välivarastoja on tilan puutteen vuoksi jouduttu sijoittamaan epäsuotuisiin paikkoihin.



Kuva 1. Rajamäen tehtaan pohjapiirros

### 3.3 Vihivaunujen hyödyntäminen

B-rakennuksen valmistuessa tuotannon ja keskusvaraston välille otettiin käyttöön vihivaunujärjestelmä siirtämään valmis tuotanto keskusvarastoon. Jauhemaalitehtaan valmistuessa myös valmiiden jauhemaalien siirtämiseen hankittiin vihivaunujärjestelmä. Tässä yhteydessä myös keskusvaraston vihivaunujärjestelmä päivitettiin uuteen. Vuotta myöhemmin hankittiin kolmas, jauhemaalitehtaan tuotantolinjoille synkronoitu vihivaunujärjestelmä.

### 3.4 Vihivaunujen uusiminen

Kaksi vanhempaa vihivaunujärjestelmää edustavat nyt jo vanhentunutta laitesukupolvea. Tämä näkyy laitteiden lisääntyneinä rikkoutumisina, ja pidettyneinä huoltoaikoina, sekä varaosien saatavuusongelmina.

Vanhentuneiden laitteiden päivittäminen tai uusiminen nähdään Teknos Oy:ssä välttämättömänä lähivuosina. Tässä yhteydessä halutaan selvittää vihivaunujen käytön taloudellisuutta ja turvallisuutta, mikäli vaunujen käyttöä laajennettaisiin myös muihin tehtaan sisäisiin siirtoihin. Lisäksi kolmen erillisen vihivaunujärjestelmän tuomista yhden ohjausyksikön alaisuuteen tulisi tässä yhteydessä tarkastella.

## 4 VIHIVAUNUT

Vihivaunu (engl. AGV: automatic guided vehicle) on automaattitrucki, jossa ei ole lainkaan kuljettajaa, vaan vaunu kykenee itsekseen siirtämään kuormia ennalta määrättyjä reittejä pitkin. Toimiakseen vihivaunujärjestelmä vaatii itse vaunujen lisäksi vaunun toimintoja ohjaavan tietokoneen, sekä paikoitus- ja käskynantojärjestelmät, joita kumpiakin on olemassa useita erilaisia. Lisäksi vaunuihin on asennettu useita turvalaitteita ja tunnistimia, jotka on tarkoitettu estämään vaunun törmääminen, tai muu vahinko. (Suomen kuljetusopas N.N.)

### 4.1 Ohjaus

Vihivaunu tarvitsee toimiakseen paikkatiedon omasta sijainnistaan. Aikaisemmin vihivaunujärjestelmät toteutettiin lattiaan upotettavien kaapeleiden avulla. Kaapelijärjestelmien ongelmina olivat kuitenkin vaikea asennettavuus, vaikea muutettavuus, sekä kaapelien katkeileminen. Nykyisin järjestelmät on toteutettu tietokone ohjatusti, jolloin vihivaunu saa paikkatietonsa seiniin asennetuista peileistä tutkaamalla.

#### 4.1.1 Lattiakaapelit

Vanhimmissa vihivaunujärjestelmissä vaunujen ohjaus tapahtui lattiaan sijoitetun kaapelin avulla. Vaunulle annettiin aloituskäsky, jolloin vaunu lähti seuraamaan lattiaan upotetun kaapelin sähkökenttää antennin avulla. Käyttämälle eri kohtien kaapeleissa eri taajuuksia, saatiin vaunulle annettua eri komentoja. Jokin taajuus voi tarkoittaa, että kuormaa tulee nostaa, tai toinen taas ajoa täydellä vauhdilla. (Suomen kuljetusopas N.N.)

#### 4.1.2 Lasertutkat

Nykyaikaiset vihijärjestelmät saavat vaunujen paikkatiedon vaunun reitille kiinnitettävistä peileistä. Vihivaunu on varusteltu lasertutkalla, joka havaitsee peilien suunnan vaunuun nähden. Kun peilejä on riittävän tiheästi, pystyy ohjaustietokone laskemaan vaunun sijainnin peilien välisistä kulmista.

Kommunikointi tietokoneen ja vihivaunun välillä tapahtuu radioliikenteellä.

Paikkatiedon perusteella tietokone voi määrätä vaunulle kulloinkin tilanteen vaatiman toiminnon. Tietokoneohjauksella vihivaunut on saatu huomattavasti laajempaan käyttöön, sillä tietokoneilla annettavat komennot ovat selvästi monipuolisempia, kuin mitä lattiakaapeleihin voitiin ohjelmoida. Yhdellä tietokoneella voidaan myös ohjata yhtä aikaa useita vaunuja. Nykyisin on yleistynyt käytäntö, jossa ohjaustietokone sijaitsee asiakkaan tilojen sijaan vihivaunutoimittajan tiloissa. tällöin virhetilanteiden ja ongelmien ratkaiseminen on sujuvampaa ja nopeampaa.

Tietokoneohjatuissa järjestelmissä vihivaunun toiminta-alue on mallinnettu CAD-piirto-ohjelmalla. Tällöin vaunujen uudelleen ohjelmoiminen on helppoa, sillä uusi reitti komentoineen voidaan määritellä suoraan CAD-piirroksen.

### 4.2 Rakenne

Itse vaunun lisäksi järjestelmään kuuluu ohjaustietokone, laturi, sekä järjestelmä, josta vihivaunu saa tietoa kuljetettavista kuormista. Tällainen järjestelmä voidaan rakentaa automaattiseksi käyttämällä antureita. Kun valmis kuorma tulee noutopisteeseen, havaitsee anturi kuorman. Tällöin vaunu tietää noutaa kuorman anturin ilmoittamalta paikalta. Manuaaliseksi järjestelmä voidaan rakentaa käyttämällä manuaalisia ohjauspainikkeita, tai vaunulle voidaan antaa komentoja ohjaustietokoneelta.

### 4.3 Käyttökohteet

Käyttökohteita vihivaunuille on nykypäivänä lähes kaikki sellainen tavarankäsittely, joka toistuu useita kertoja täysin samanlaisena. Aikaisemman pelkän tavarankäsittelyn sijasta, nykyisin vihivaunuilla kyetään käsittelemään kuormia, hyllyttämään tavaraa, sekä useiden erilaisten sovellusten avulla vihivaunut voidaan integroida osaksi automaattista tuotantoa.

Hyödyllisintä vihivaunun käyttö on silloin, kun siirtoja tulee paljon päivän aikana. Tällöin yrityksen ei tarvitse sitoa henkilökuntaa siirtämään kuormia trukeilla, vaan henkilökunta saadaan tuottavampaan työhön.

Eri käyttökohteisiin on myös saatavissa erilaisia akkuratkaisuja. Esimerkiksi, jos tehtaalla tehdään pelkkää päivävuoroa, on akulla syytä olla pitkä kesto. Akku ehtii latautua, kun työpaikalla ei muutenkaan ole toimintaa. Keskeytymättömässä kolmivuorotyössä käytännöllisempää on käyttää akkua, jota joudutaan lataamaan useita kertoja vuorokaudessa, mutta vain lyhyitä aikoja. Tällöin vaunun lataaminen ei ehdi aiheuttaa pitkiä katkoksia materiaaliavirrossa.

#### 4.4 Vihivaunujärjestelmän hyötyjä

Saksalainen tohtori ja vihivaunujärjestelmien asiantuntija Ullrich Günter käsittelee kirjassaan ”Automated Guided Vehicle Systems: A Primer with Practical Applications (Springer 2015)” vihivaunujärjestelmien hyötyjä tavallisella trukilla suoritettaviin siirtoihin nähden. Günther’in mukaan vihivaunujen suurimpia hyötyjä ovat niiden turvallisuus, reittien muokattavuus, tauoton työskentely, virheiden vähyys siirroissa ja se, että jokainen siirto tallentuu tietojärjestelmään.

Yleisesti vihivaunujen käytön puolesta puhuviksi argumenteiksi Günter listaa:

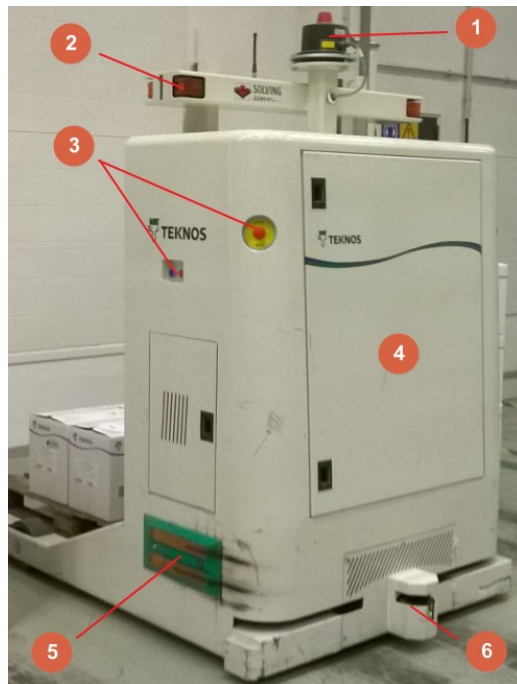
- Paremmiin organisoidun materiaali ja informaatiovirran: johtaa sisälogistiikan prosessien tuottavuuden paranemiseen läpinäkyvyyden samalla kasvaessa.
- Jokainen kuljetuksen osa pystytään laskemaan ja suunnittelemaan tarkasti milloin tahansa.
- Reservien kasaantuminen ja odotusajat tuotannossa pystytään minimoimaan.
- Kuljetuksiin sidottua henkilöstöä pystytään vähentämään. Vähentää henkilöstökuluja erityisesti vuorotyössä.
- Minimoi kuljetusvauriot ja -virheet. Vähentää seuranta- ja selvityskustannuksia.
- Hyvä saatavuus kuljetustarpeisiin ja korkea luotettavuus.
- Parantaa työympäristöä. Turvalliset ja mieluisat työolot. Puhdas ja hiljainen kuljetus.
- Positiivinen vaikutus yhtiön sisäiselle imagolle.
- Positiivinen ulkoinen vaikutus teollisuuden alalla.
- Positiivinen vaikutus julkiseen imagoon.
- Automaattisen kuormansiirron tarkkuus.
- Pienet investoinnit ja muutokset asennettavaan tilaan.
- Risteykset ja liittymät helposti suunniteltavissa.
- Voidaan käyttää useaan eri käyttötarkoitukseen tavarankäsittelyssä.
- Yksittäisiä korvaavia kuljettimia voidaan tarvittaessa käyttää (esimerkiksi vastapainotrukki).
- Voidaan käyttää sekä matalissa, että korkeissa tiloissa.
- Hyvä läpinäkyvyys tavaroiden liikkumisessa.
- Yleensä ei tarvita enempää tilaa kulkemiseen, kuin vaihtoehtoisilla-kaan menetelmillä.
- Käyttää olemassa olevia reittejä.
- Voidaan käyttää sekä sisällä, että ulkona.
- Paljon erilaisia valinnaisia ominaisuuksia voidaan lisätä: lajittelu, päätöksenteko, tiedonsiirto, tiedon kerääminen, tavaroiden punnitseminen, menettelyiden muokkaaminen, varastojen hallinta, varastopaikkojen hallinta, tuotteiden tunnistaminen, hallitsee erilaisia pohjapiirustuksia, laivojen etsiminen, lastin kuormaaminen, älykäs turvallisuus, älykäs reagoiminen tilanteeseen (esimerkiksi palohälytys, tai optimaalisen työnodotuspaikan etsiminen), nopeampi ja monimutkaisempi työ tehdään kohteen ollessa suljettuna (esimerkiksi

varaston uudelleenjärjestely yöaikaan), älykkäät lastausstrategiat, liikuteltavat robotit, käyttöönottoiminnot ja niin edelleen. (Günter U. 2015, 15-35)

## 5 NYKYINEN JÄRJESTELMÄ

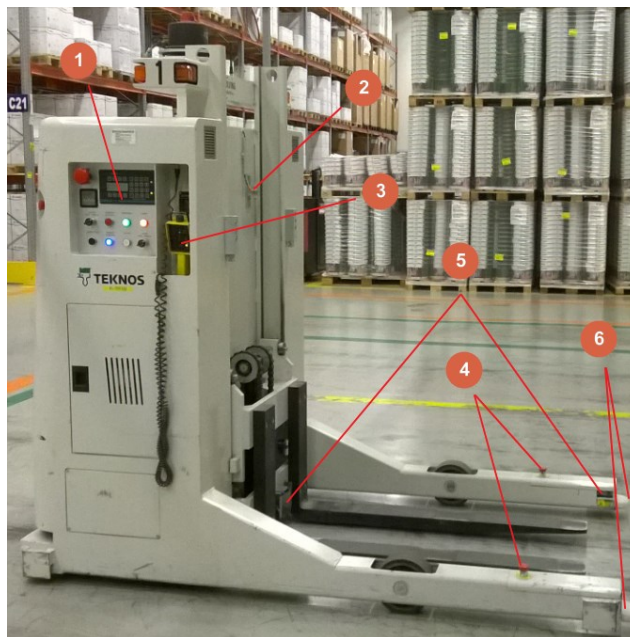
Teknos Oy:ssä käytössä on tällä hetkellä viisi Ab Solving Oy:n toimittamaa lasertutkaohjattua vihivaunua. Kaksi vaunua on integroitu jauhemaalitehtaan raaka-aineiden keräilyyn: vaunut siirtävät esisekoitusastioita sekoittimelle, ja siitä edelleen tuotantolinjalle, kulkien välissä ekstruuderien alta, jotka mittaavat esisekoitusastiaan halutut määrät eri raaka-aineita.

Kaksi vaunua siirtävät nestemaalituotannosta tulevia valmiita lavoja valokenno-ohjatulta noutoalueelta keskusvaraston rullakuljettimelle. Rullakuljetin kuljettaa lavat sisään kirjaamon kautta keskusvaraston varastohisseille. Viides vaunu (kuvat 2 ja 3) kuljettaa jauhemaalituotannosta syntyvät valmiit tuotteet jauhemaalivaraston lattialle varatulle alueelle, josta jauhemaalivaraston työntekijät hyllyttävät valmiit tuotteet.



1. Lasertutka
2. Huomiovalot
3. Pysäytyspainikkeet
4. Laitetilan luukku
5. Latausjohtimet
6. Etututka

Kuva 2. Vihivaunu, Teknos Oy



1. Ohjelmointipaneeli
2. Korkeustunnistin
3. Kaukosäädin
4. Häätä-seis-painikkeet
5. Lavan paikoitustunnistimet
6. Törmäystunnistimet

Kuva 3. Vihivaunu, Teknos Oy

### 5.1 Jauhetuotannon vihijärjestelmä

Jauhemaalituotannossa on esisekoitus vaiheeseen integroitu kaksi vihivaunua. Vaunut ovat rakenteeltaan erikoisvalmisteisia, sillä muista Teknoksen vihivaunuista poiketen tuotannon vaunut siirtävät lavojen sijaan tuotantolinjan esisekoitusastioita.

Toinen tuotannon vihivaunuista kuljettaa esisekoitusastioita raaka-aineiden annostelulinjan läpi esisekoittimille. Tämä vaunu saa aloituskäskynsä tuotannossa sijaitsevasta kosketusnäyttöpaneelistä, joka on yhteydessä Teknos Oy:n ERP-järjestelmään, tuotannon Dosetec-annostelujärjestelmään, sekä vihivaunujärjestelmään.

Paneelistä valitaan seuravaksi tuotantoon tarvittava raaka-ainepanos. Panoksen resepti sisältää tiedon esisekoitusastiaan annosteltavista raaka-aineista, sekä tiedon tuotantolinjasta, jolla kyseinen panos tarvitaan. Tuotannon työntekijän antaessa aloituskäskyn, vihivaunu hakee esisekoitusastian kyseisen tuotantolinjan esisekoitusastioiden reservijonosta.

Vaunu kuljettaa astian kolmen automaattisen annosteluaseman läpi. Annosteluasemat ja vihijärjestelmä ovat linkitetty siten, että vihijärjestelmä antaa Dosetec-järjestelmälle tiedon, koska vaunu on asemassa, ja annostelu voidaan aloittaa. Sekä annostelujärjestelmä antaa vihivaunulle tiedon, koska annostelu kyseisessä asemassa on päättynyt, ja vaunu voi jatkaa matkaa. Mikäli kyseisen tuotantopanoksen reseptiin kuuluu raaka-aineita, jotka eivät ole kytketty automaattiseen annostelujärjestelmään, kulkee vihi vielä käsiannosteluasemaan, jossa tuotannon työntekijä annostelee käsin puuttuvat raaka-aineet esisekoitusastiaan, ja antaa painonapilla vaunulle luvan jatkaa esisekoittimelle.

Esisekoittimella henkilökunta kytkee esisekoitusastian sekoittimeen. Tämän jälkeen vaunu palaa kotiasemaan, joka toimii myös latausasemana, odottamaan seuraavaa aloituskomentoa.

Toinen tuotannon vihivaunuista kuljettaa esisekoitusastioita tuotantolinjoille, ja tyhjentyneitä astioita takaisin reservijonoon. Tuotantolinjaa ohjaava henkilö tilaa esisekoitetun astian linjalle painonapilla. Vihin tuotua astian linjalle, raaka-aineiden keräilijä kytkee astian linjaan, ja esisekoitettu raaka-aineseos valuu linjalle.

Esisekoitusastian tyhjennettyä tuotannon työntekijä irrottaa astian tuotantolinjasta ja tilaa painonapilla vihivaunun noutamaan astian kyseisen linjan astioiden reservijonoon. Reservijonon yläpuolella on valokenno, joka ilmoittaa vihijärjestelmälle, kun reservijono on täynnä. Tällöin vihivaunu kuljettaa tyhjän astian jollekin tuotantoon erikseen määritellyistä lisäreservipaikoista. Ilman aktiivista työkomentoa ollessaan, myös tämä vihivaunu odottaa kotiasemaassa uutta tehtävää.

### 5.2 Nestemaaliosaston vihijärjestelmä

Nestemaaliosaston vihijärjestelmä kattaa kaksi vaunua. Vaunujen latauspisteet ja ohjaustietokone sijaitsevat nestemaaliosaston ja keskusvaraston yhdistävän käytävän tuotannon puoleisessa päässä. Latauspisteiden vieressä on lattiaan merkitty lavan kokoisilla ruuduilla alue, johon tuotannon henkilökunta sijoittaa keskusvarastoon lähetettävät lavat. Kunkin lavajonon kohdalla lattiassa on valoanturi, jonka valosäteen katketessa yli 180 sekunnin ajaksi, järjestelmä saa tiedon, että jonossa on lava, ja järjestelmä antaa vihivaunulle aloituskäskyn lähteä siirtämään lavaa.

Aloituskäskyn saatuaan vaunu ajaa käskyn antaneen jonon kohdalle, ja peruuttaa jonoa pitkin, kunnes lavan paikoitustunnistimet antavat vaunulle tiedon, että lava on vaunu kyydissä, tai vaunu on peruuttanut jonon loppuun saamatta lavaa kyytiin, jolloin aloituskäsky on ollut virheellinen. Tällöin vaunu palaa odotuspaikalle odottamaan uutta aloituskomentoa.

Kun lava on vihivaunun kyydissä, vaunu nostaa lavan piikeilleen ja lähtee kuljettamaan lavaa yhdyskäytävää pitkin. Yhdyskäytävän päässä vihi saa keskusvaraston rullaratajärjestelmältä valokennotunnistuksen perustuvan viestin, onko radalla tilaa uudelle lavalle. Mikäli rata on varattu, jää vaunu yhdyskäytävään odottamaan radan vapautumista. Jos rata on vapaa, vie vaunu lavan radalle.

Vihivaunujen siirrot pystytään pysäyttämään varaston puolella sijaitsevasta katkaisijasta, jolloin järjestelmä pysäyttää vaunut yhdyskäytävään odottamaan katkaisijan vapauttamista. Myös silloin, kun vaunuilla ei ole siirrettävää ja ne eivät ole latauksessa, odottavat vaunut yhdyskäytävässä seuraavaa komentoa.

### 5.3 Jauhemaaliosaston ja -varaston välinen vihijärjestelmä.

Jauhemaalituotannon ja jauhemaalivaraston välisessä lavaliiikenteessä on käytössä yksi vihivaunu. Vaunu ohjaustietokone ja latauspiste sijaitsevat jauhemaalituotannossa.

Jauhemaalitehtaalla on tällä hetkellä käytössä viisi tuotantolinjaa. Jokaisen linjan päässä on vihivaunun noutopaikka, mutta myös linjan viereen on lattiaan maalattu vihivaunun noutopaikka, sillä lava yleensä jää tuotantoon odottamaan laboratorion hyväksyntää ennen varastoon lähettämistä. Toisella noutopaikalla pystytään estämään linjan tukkeutuminen laboratorion hyväksyntäajan pitkittyessä. Viiveestä johtuen ei vihivaunun aloituskäskyä lavan noutamiseen voida antaa automaattisesti, vaan jokaiselle noutopisteelle on oma painikkeensa, joka antaa aloituskäskyn vihijärjestelmälle.

Vaunun noudettua lava noutopaikalta, lähtee vaunu kuljettamaan lavaa jauhemaalivarastoon. Jauhemaalivarastossa on lattiasta rajattu alue, johon tuotannosta tulevat lavat kuljetetaan. Alue koostuu viidestä jonosta, joihin kuhunkin mahtuu viisi lavaa peräkkäin. Päästyään lavojen jättöalueelle vihivaunu peruuttaa lavan vapaaseen jonoon, kunnes vaunu on saavuttanut jonon pään, tai vaunun perässä sijaitseva valokenno ilmoittaa vaunulle jonossa jo olevasta lavasta. Pysäytyskomennon saatuaan vaunu jättää lavan lattialle, ja palaa latauspisteelle, tai suorittamaan seuraavaa siirtoa.

Vapaan jonon tunnistaminen lavojen jättöalueella tapahtuu valokennon avulla. Jokaisen viiden jonon viidennen lavapaikan kohdalla on lavojen yläpuolella valokenno, joka tunnistaa jonoon viidenneksi jätetyn lavan. Tämän jälkeen valokenno antaa järjestelmälle tiedon, että jono on täysi, ja seuraavat lavat täytyy jättää johonkin toiseen jonoon.

Kun valokennon alla oleva lava poistetaan, antaa valokenno järjestelmälle tiedon, että jono on taas vapaa saapuville lavoille.

Kaikkien viiden jonon ollessa täynnä, vihivaunu on ohjelmoitu jättämään saapuvat lavat jättöalueelle johtavan varastokäytävän reunaan. Järjestelmään on määritetty paikka ensimmäiselle käytävälle jätettävälle lavalle. Tämän jälkeen vaunu kuljettaa jonoon lavoja, kunnes viimeisin jätetty lava ylittää käytävän päähän määritellyn raja-arvon, jonka jälkeen vihivaunu palaa latausasemalle, ja lähtee suorittamaan seuraavaa siirtoa vasta, kun jokin jättöalueen valokennoista ilmoittaa varsinaisella jättöalueella olevan taas tilaa uusille lavoille. Ilman aktiivista työkomentoa ollessaan, myös tämä vihivaunu odottaa kotiasemaassa uutta tehtävää.

### 5.4 Nykyisen järjestelmä ongelmia

Nestemaalituotannon ja keskusvaraston väliset vihivaunut saapuivat Teknokselle 7.8.2007, ja jauhemaalituotannon ja jauhemaalivaraston välinen vihi 1.10.2007. Jauhemaalituotantoon integroitu vihijärjestelmä on hyväksytty tuotantokäyttöön 19.12.2008.



Kolmen ensimmäisen ja kahdenjälkimmäisen vaunun toimitusten välillä vihivaunujen navigointiyksiköissä ja järjestelmäohjausohjelmistoissa tapahtui sukupolven vaihdos. Kolme vanhempaa vaunua käyttävät siis eri ohjausjärjestelmää, kuin kaksi uudempaa. Lisäksi nykyisissä Teknos Oy:n käyttämissä vihivaunuissa ohjaustietokoneen ja itse vaunun välinen kommunikointi tapahtuu Satel Oy:n valmistamien radioiden avulla, joiden valmistus on lopetettu, joten varaosien saanti on erittäin hankalaa. Moderneissa järjestelmissä sisäinen kommunikointi tapahtuu langattoman lähiverkon välityksellä. (Ab Solving Oy, 2016; Pekka Joensuu, 2016)

Vaikka kaikki viisi vaunua ovat perusmalliltaan samat (SWFTA-1R), käyttävät kolme vanhempaa vaunua KOLLMORGEN Europe GmbH:n valmistamaa NDC7-sukupolven navigointijärjestelmää, sekä NT-7000-ohjausohjelmistoa. Tämän ohjaussukupolven osalta 10 vuoden varaosatakuu on umpeutunut, joten varaosia laitteisiin on jatkuvasti vaikeampaa ja vaikeampaa saada. Tämä taas johtaa alati piteneviin korjausaikoihin, jotka tarkoittavat vihivaunun käytössä pitkiä katkoksia. Pahimmillaan Teknoksella ollaan jouduttu turvautumaan vihivaunutoimittajan toisille asiakkailleen päivittämien navigointijärjestelmien purkuosiin, kun varaosaa ei ole ollut uutena saatavilla. (Ab Solving Oy, 2016; Pekka Joensuu, 2016)

Ohjausohjelmiston osalta vanhentunut järjestelmä NT-7000 edustaa Windows XP-pohjaista ohjelmistoa, joka on myös tietoteknisesti vanhentunut, ja ohjelmiston tuki toimittajan puolelta alkaa olla osaamisen puolesta rajallista. (Ab Solving Oy, 2016; Pekka Joensuu, 2016)

Kaksi uudempaa vihivaunua edustavat nykyaikaista NDC8-navigointisukupolvea ja NT-8000-ohjausohjelmistoa. Tälle navigointijärjestelmälle toimittajat lupaavat edelleen 10 vuoden varaosatakuun, sekä Windows 7-pohjainen ohjausohjelmisto on tällä hetkellä pääasiallinen ohjelmisto vihivaunujärjestelmissä. (Ab Solving Oy, 2016; Pekka Joensuu, 2016)

Kahden eri sukupolven järjestelmät eivät myöskään ole keskenään yhteensopivia, mikä aiheuttaa sen, että Teknos Oy:n Rajamäen tehtaan viittä vihivaunua ohjaa kolme eri ohjaus-PC:tä. Vanhentuneiden ohjausjärjestelmän päivittäminen uudempaan mahdollistaisi kaikkien vaunujen ohjaamisen yhdellä tietokoneella. (Ab Solving Oy, 2016; Pekka Joensuu, 2016)

Nykyisten järjestelmien yhteenlaskettu käyttöaste on vain noin 30%, joten järjestelmien käytön tehostamiseksi nykyisille vaunuille tulisi keksiä uusia siirtoja suoritettavaksi sillä aikaa, kun nykyisiä siirtoja ei ole riittävästi. Mikäli uusia siirtoja tehtaassa sisälogistiikasta löytyy riittävästi, voidaan järjestelmään mahdollisesti liittää myös lisää vaunuja. (Ab Solving Oy, 2016; Pekka Joensuu, 2016)

### 5.5 Käyttöaste

Vihivaunujärjestelmien käyttöaste on Teknos Oy:ssä todettu silmämääräisestikin kovin alhaiseksi. Kaikki vihivaunujen seisokit eivät johdu siirtojen

vähyydestä, mutta varastojen ja tuotanto-osastojen välillä kulkeville kuormalavaviheille olisi selkeästi määriteltävissä uusia siirtoja tämän hetkisten lisäksi, nykyisten siirtojen häiriintymättä.

### 5.5.1 Nestemaaliosasto

Normaali viivästyksen siirto tuotannosta keskusvarastoon kestää paluumatka huomioon ottaen 190 sekuntia. Työpäivän kahden vuoron aikana keskusvarastoon siirrettäviä lavoja on keskimäärin 173. Tällöin kumpikin viihvaunu ajaa päivässä keskimäärin 4 tuntia 34 minuuttia 16 tunnin aikana. Käyttöasteeksi tulee tällöin 28,5%.

### 5.5.2 Jauhemaaliosasto

Normaali viivästyksen siirto jauhemaalituotannosta jauhemaalivaraston vihialueelle kestää keskimäärin 4 minuuttia ja 42 sekuntia. Jauhemaalitehdas toimii kolmessa vuorossa, ja siirrettäviä lavoja vuorokaudessa on keskimäärin 104. Tämä tarkoittaa 8 tuntia 9 minuuttia ajoa 24 tunnin aikana. Käyttöasteeksi saadaan tällöin 34%.

## 6 SAAPUVA TAVARA

Saapuva tavara voidaan Teknos Oy:n Rajamäen tehtaalla purkaa suoraan jokaiselle eri osastolle: keskusvarastolle, pienpanos- / nestemaalituotantoon, jauhe- / raaka-ainevarastolle, tai jauhemaalituotantoon.

### 6.1 Keskusvarasto

Keskusvarastolle puretaan ostotuotteet, Teknos Group:in muilta tehtailta saapuvat tuotteet, sekä keskusvaraston omiin tarpeisiin tilatut tyhjät kuormalavat. Kaikki lavoitettu tavara, sekä tyhjät kuormalavat ajetaan kuormalavahyllyihin, joko keskusvaraston korkeavarastoon, tai erilliseen palavien aineiden varastoon. Saapuvat suurpakkaukset, fluid bagit (kuva 4) ja kontit, varastoidaan lähettämön lattialla massapaikoilla.



Kuva 4. Fluid bag (Fluid-bag Ltd, 2012)

## 6.2 A-tehdas

Pienpanos- / nestemaalituotantoon puretaan pelkästään kyseisten osastojen käyttämiä raaka-aineita. Raaka-aineet hyllytetään saapuvan erän koon, raaka-aineen ominaisuuksien ja saapuvan aineen kulutuksen mukaan, joko A-rakennuksen raaka-ainehyllyihin, lattialle määritellyille massapaikoille, tai tuotantolinjoilla sijaitseviin lavahyllyihin.

## 6.3 Jauhemaalitehdas

Jauhemaalitehdas / raaka-ainevarastoon puretaan alihankintana suoritettavasta bondauksesta (metallipigmentin lisääminen jauhemaalien sekaan) saapuvia

jauhemaaleja, jauhe- ja nestemaalituotannon raaka-aineita, tyhjiä purkkeja, mainosmateriaalia, sekä verstaan tarvikkeita. Bondatut jauhemaalit hyllytetään jauhemaalivaraston hyllyihin. Jauhe- ja nestemaalituotannon raaka-aineet ajetaan niille osastoille, jotka niitä käyttävät. Tyhjästä purkeista osa ajetaan nestemaalituotannon lattialle massapaikoille, osa varastoidaan jauhemaa- / raaka-ainevaraston lattialle massapaikoille, ja osa hyllytetään jauhemaal- / raaka-ainevaraston kuormalavalavahyllyihin. Mainosmateriaali siirretään mainosvarastolle, ja verstaan tarvikkeet verstaalle.

Jauhemaalitehtaalle puretaan pääasiassa jauhemaalinvalmistuksessa käytettäviä raaka-aineita. Nämä raaka-aineet joko hyllytetään jauhemaalitehtaan raaka-ainehyllyihin, tai suuremmat erät ajetaan tuotannon lattialle määritellyille massapaikoille.

Tilan puutteen vuoksi jauhemaalitehtaalle joudutaan purkamaan myös tyhjiä purkkeja, tyhjiä tynnyreitä, sekä tyhjiä kuormalavoja. Tyhjät purkit siirretään jauhemaal- / raaka-ainevarastoon kuormahyllyyn, tai lattialle massapaikoille. Tyhjät tynnyrit, sekä tyhjät kuormalavat varastoidaan jauhemaalitehtaan lattialla massapaikoilla, joista suurin osa lavoista ja tynnyreistä siirretään kulutuksen mukaan nestemaalituotantoon. Myös jauhemaalitehdas käyttää jonkin verran tyhjiä kuormalavoja, sekä tynnyreitä, mutta nestemaal- valmistuksessa kulutus on huomattavasti suurempaa.

#### 6.4 Huomioitava

Saapuvalla tavaralla on Teknos Oy:ssä suuri työllistävä merkitys, ja sen purkupaikkoihin ja sijoitteluun tulisi kiinnittää erityistä huomiota, sillä kaikki raaka-aineiden, sekä tyhjien purkkien, tynnyreiden, ja kuormalavojen sisäiset siirrot suoritetaan raaka-ainevaraston henkilökunnan toimesta työntömastotrukeilla.

##### 6.4.1 Puolivalmisteet

Puolivalmisteet aiheuttavat Teknos Oy:n sisälogistiikkaan vielä oman lukunsa. Jauhemaalitehdas valmistaa valmiiden jauhemaalien lisäksi puolivalmisteita sekä pienpanososastolle, että ulkopuolisille alihankkijoille. Alihankkijoille valmistetut puolivalmisteet varastoidaan valmiiden jauhemaalien tavoin jauhemaalivaraston kuormalavahyllyssä odottamassa lähettämistä alihankkijalle. Pienpanososastolle valmistetut puolivalmisteet lähetetään myös vihivaunulla jauhemaalivarastoon, mutta vihialueelta jauhemaalivaraston työntekijät lajittelevat nämä puolivalmisteet erillisiin jonoihinsa. Näistä jonoista raaka-ainevaraston henkilökunta siirtää puolivalmisteet pienpanososastolle, joko suoraan tuotantolinjoille, tai erilliseen puolivalmistehyllyyn.

#### 6.4.2 Suurpakkaukset

Osa nestemaaliosaston tuotannosta pakataan asiakkaita varten joko fluid bag:hin tai kontteihin. Näitä suurpakkauksia ei painon ja kuljetinradan ominaisuuksien takia voida varastoida keskusvaraston korkeavarastossa, vaan tuotannon henkilökunta soittaa pakkausten valmistuessa keskusvaraston lähettämön työntekijän noutamaan suurpakkauksen vastapainotrukilla keskusvaraston lähettämön lattian massapaikalle.

### 7 NYKYISET USEIN TOISTUVAT SIIRROT

Nykyisistä sisälogistiikan trukilla suoritettavista siirroista useimmiten saman laisina toistuvia ovat: tyhjien lavojen siirtäminen D-tehtaalta nestemaalitehtaan puskurivarastoon, puolivalmisteiden siirtäminen D-tehtaalta pienpanososastolle, suurpakkausten siirtäminen nestemaalituotannosta keskusvarastoon, pienpanososaston valmiin tuotannon siirtäminen jauhemaalivarastoon, sekä tyhjien tynnyrien ja konttien siirtäminen D-tehtaalta nestemaaliosaston käyttöön.

Siirtoihin kuluva päivittäisen ajoajan laskemiseen on käytetty Teknos Oy:n ERP-järjestelmästä saatuja määrätietoja, pohjapiirroksista laskettuja etäisyyksiä, sekä trukkivalmistajien ilmoittamien työntömastotrukkien keskimääräistä ajonopeutta (3m/s).

#### 7.1 Tyhjät lavat massapaikalta tuotannon puskurivarastoon

Tuotannon keskimääräinen lavakulutus päivässä on 7749 lavaa. Lavat toimitetaan puskurivarastoon 16 lavan nippuina. Siirtomatkaa nippujen kuljetamiselle tulee 261,5 metriä yhteen suuntaan.

$$11\text{kpl} * 261,5\text{m} * 2 : 3\text{m/s} : 60\text{s} \approx 32\text{min}$$

#### 7.2 Pienpanososaston valmis tuotanto jauhemaalivarastoon

Pienpanostuotanto kuittaa päivässä valmiiksi keskimäärin 13 panosta. Kuljetusmatka jauhemaalivarastoon on 161 metriä yhteen suuntaan.

$$13\text{kpl} * 161\text{m} * 2 : 3\text{m/s} : 60\text{s} \approx 23\text{min}$$

#### 7.3 Tynnyrit ja kontit massapaikalta tuotantoon

Kontit, 200 litran tynnyrit, sekä 120 litran tynnyrit säilytetään nykyisin D-tehtaan lattialla massapaikalla. Suurin osa näistä pakkauksista kuitenkin käytetään nestemaaliosastolla A-tehtaalla.

Kontit siirretään tuotantoon yksi kerrallaan, 200 litran tynnyrit kaksi tynnyriä per lava, ja 120 litran tynnyrit neljän tynnyrin lavoina. Täten A-tehtaan kulutus kullekin pakkaukselle huomioiden saadaan keskimäärin viisi siirtoa

päivässä. Siirtomatka varastopaikalta tuotantoon on keskimäärin 270 metriä. yhteen suuntaan.

$$5\text{kpl} * 270\text{m} * 2 : 3\text{m/s} : 60\text{s} = 15\text{min}$$

### 7.4 Puolivalmisteet D-tehtaalta pienpanostuotantoon

Pienpanostuotantoon meneviä puolivalmisteita tuotettiin D-tehtaalla vuonna 2016: 144 000kg. Suurin osa puolivalmisteista pakataan 250kg. suursäkkeihin, jolloin siirtojen määrä vuoden aikana olisi 576. Osa puolivalmisteista pakataan kuitenkin 20kg laatikoihin, joiden kerralla siirrettävä painomäärä vaihtelee 20kg. ja 480kg. välillä. Tällöin todellinen fyysisten siirtojen määrä on noin 550kappaletta vuodessa, eli noin 2,2 kappaletta päivässä.

Pienpanospuolelle siirrettävien puolivalmisteiden kokonaissiirtomatka on 272 metriä. Ensimmäiset 69 metriä siirretään vihivaunulla. Seuraavat 50 metriä siirretään jauhemaalivaraston henkilöstön toimesta, ja loput 153 metriä siirretään raaka-ainevaraston toimesta. Trukkisiirroissa säästettävä matka on siis yhteen suuntaan 203 metriä.

$$2,2\text{kpl} * 203\text{m} * 2 : 3\text{m/s} : 60\text{s} \approx 5\text{min}$$

### 7.5 Tieviivalinjan tuotanto keskusvarastoon

Nestemaalituotannossa tiemerkitämaalien valmistukseen tarkoitettu tuotantolinja on jouduttu sijoittamaan kauaksi alueesta, jolta vihivaunut noutavat valmiit tuotteet keskusvarastoon. Käytännössä tämä tarkoittaa, että linjan päässä työskentelevä purkittaja joutuu jokaisella kerralla keskeyttämään linjan purituksen, kun lähtee viemään sähköisellä pumppukärryllä valmistunutta lavaa vihialueelle. Tämä taas tarkoittaa koko linjan seisokkia.

Vuonna 2016 tieviivalinjalta valmistui 1177 lavaa. Keskimäärin työpäivää kohden lavoja valmistui 5. Etäisyys purituspisteestä vihialueelle on 77,5 metriä. Ihmisen keskimääräinen kävelynopeus on 1,5 metriä sekunnissa.

$$5 * 77,5\text{m} * 2 : 1,5\text{ m/s} : 60\text{s} \approx 9\text{min}$$

### 7.6 Täydet suurpakkaukset nestemaalituotannosta keskusvarastoon

Vuonna 2016 nestemaalituotannosta valmistui yhteensä 2519 konttia ja Fluid Bag:ia. Suurin osa suurpakkauksista siirretään tuotannon toimesta sähköisellä pumppuvaunulla vihialueen reunaan, josta keskusvaraston trukin kuljettaja noutaa pakkaukset keskusvarastoon. Poikkeuksena ovat tieviivalinjan suurpakkaukset (421kpl.), jotka haetaan linjan lähetytyltä varastulta noutoalueelta trukilla.

Muilta linjoilta valmistuvat suurpakkaukset ovat valmistuessaan kohtuullisen lähellä vihialuetta, jolloin nykyinen käytäntö on toimiva. Poikkeuksena

kuitenkin tieviivalinjan suurpakkaukset, jotka joudutaan noutamaan 65metrin päästä vihialueelta. Nämä pakkaukset joudutaan kuljettamaan trukilla tuotannon läpi ahdasta käytävää pitkin, jolloin siirtoa ei voida pitää kovin turvallisena. Teknos Oy:n nykyisten vastapainotrukkien nopeus on rajoitettu noin 5:een metriin sekunnissa. Käytännössä tuotannon tiloissa huippunopeudella ei voida ajaa missään tilanteessa.

Vihialueelta siirrettävien suurpakkausten vihivaunulle mahdollisen siirtomatkan pituus on 77,5 metriä. Näitä siirtoja vuonna 2016 oli 2098 kappaletta. Työpäivää kohden siirtoja oli keskimäärin 8.

$$8 * 77,5\text{m} * 2 : 5\text{m/s} : 60\text{s} \approx 4\text{min}$$

Tieviivalinjalta noudettavien suurpakkausten noutomatka on 155 metriä. Noutoja vuonna 2016 oli 421. Työpäivää kohden tämä tekee keskimäärin noin 2 kappaletta.

$$2 * 150\text{m} * 2 : 5\text{m/s} : 60\text{s} \approx 2\text{min}$$

Käytännössä tieviivalinjan suurpakkausten noutoon käytetty aika on kuitenkin suurempi, sillä tuotannon tiloissa vastapainotrukilla ei voida ajaa täydellä nopeudella.

## 7.7 Yhteenveto

Siirtämällä edellä mainitut siirrot vihivaunujen tehtäväksi, saadaan päivittäin siirtoajoissa säästettyä keskimäärin 90 minuuttia (taulukko 1). Vuositasolla tämä tekee 379,5 työtuntia.

Siirto	Määrä (kpl)	Etäisyys (m)	Säästetty aika (min)
Tyhjät lavat	11	261,5	32
Pienpanostuotanto	13	161	23
Tynnyrit ja kontit	5	270	15
Puolivalmisteet	2,2	203	5
Tieviivatuotanto	5	77,5	9
Suurpakkaukset	8	77,5	4
Tieviivasuurpakkaukset	2	150	2
Yhteensä			90

Taulukko 1. Usein toistuvat siirrot

Vihillä tehtynä nämä siirrot lisäävät vihin käyttöä noin 2 tuntia ja 15 minuuttia päivässä. Tämä nostaisi vihijärjestelmän käyttöasteen 30:stä prosentista 35:en prosenttiin. Todellisuudessa käyttöaste nousisi vieläkin enemmän, sillä suunniteltujen uusien siirtojen kestoissa on voitu huomioida pelkät ajoajat. Hidasajo, kuorman kyytiin ottaminen, käännökset ja kuorman jättäminen lisäävät vielä suunniteltuihin siirtoihin kuluvaan aikaa.

Nykyisin olemassa olevia siirtoja tutkimalla voidaan kuitenkin arvioida vihivaunujen todellista käyttöastetta uusien siirtojen toteutuessa. Laskennallisesti lavan siirtäminen vihialueelta keskusvarastoon kestää:

$$2 * 58m : 2m/s = 58s$$

Todellisuudessa siirtoon kuluu kuitenkin 190s, eli ajomatkaan vihiltä menee vain noin 30 prosenttia koko siirtoajasta.

Siirto jauhemaalitehtaalta jauhemaalivarastoon taas laskennallisesti kestää:

$$2 * 69m : 2m/s = 69s$$

Todellisuudessa tämä siirto kestää 282s, eli ajoaika on noin 25 prosenttia koko siirtoajasta.

Näiden olemassa olevien siirtojen keskiarvona saadaan, että vihiltä kuluu kokonaissiirtoajasta vain 27,5 prosenttia itse ajoaikaan. Tällöin uusien siirtojen lisäämisellä käyttöaste nousee hyvin lähelle 50 prosenttia.

Lisäksi käyttöasteessa on huomioitava latausajat, sekä ulkoisista tekijöistä johtuvat seisokit.

Lisäksi nestemaalituotannossa yhden lavan siirtämiseen vihivaunujen noutoalueelle menee keskimäärin noin kaksi minuuttia. Mikäli vaunu ohjelmoidaan noutamaan valmis lava suoraan linjan päästä, saadaan tuotannossa säästettyä pakkausaikaa yhden työpäivän aikana:

$$173 \text{ lavaa} * 2 \text{ min.} = 346 \text{ min.}$$

Käytännössä tällä muutoksella saataisiin siis säästettyä pakkausajassa työpäivässä keskimäärin viisi tuntia ja 46 minuuttia. Vuonna 2016 oli 253 työpäivää, joten vuositasolla tämä olisi tarkoittanut säästynyttä työaikaa noin 1460 tuntia.

## 8 VIHIJÄRJESTELMÄN PÄIVITYSVAIHTOEHDOT

Vihijärjestelmän päivitysvaihtoehtoja on käytännössä kolme: osan vaunujen päivittäminen nykyaikaiseen järjestelmään, kaikkien vaunujen päivittäminen nykyiseen järjestelmään ja koko järjestelmän korvaaminen uudella nykyaikaisella järjestelmällä.

### 8.1 Osan vaunujen päivittäminen

Edullisin vaihtoehto järjestelmän päivittämiseen on päivittää yksi tai kaksi olemassa olevaa vaunua käyttämään nykyaikaista navigointijärjestelmää. Tämä tarkoittaa myös ohjausjärjestelmän päivittämistä, mutta uusi ohjausjärjestelmä pystyy ohjaamaan myös vanhalla navigointijärjestelmällä varustettuja vaunuja.

Tällöin kaikki vaunut saataisiin samaan ohjaukseen, ja kaikki vaunut voisivat tehdä lähes kaikkia vihivaunujen tehtäviä. Lisäksi käytöstä poistettuja



navigointilaitteiston osia voidaan käyttää varaosina päivittämättömille vau-  
nuille. Muilta osin varaosien saatavuustilanne ei kuitenkaan parane, ja käyt-  
töön jää pääosin jo kymmen vuotta käytössä olleet vaunut.

### 8.2 Kaikkien vaunujen päivittäminen

Toinen, kalliimpi vaihtoehto on päivittää kaikki kolme vaunua kerralla. Täl-  
löin kaikki vaunut saadaan saman ohjauksen lisäksi etävalvottaviksi toimit-  
tajan puolesta, mikä parantaa vaunujen virhetilanteiden selvittämistä, sekä  
nopeuttaa oikean laisen huollon paikalle saamista. Nykyisten vihivaunujen  
varaosasaatavuuden koko ajan heikentyessä, on kaikkien vaunujen päivittä-  
minen lähitulevaisuudessa kuitenkin pakollista. Tällöin kuitenkin myös lait-  
teisto olisi muilta, paitsi navigoinnin osalta vanhaa ja standardisoimatonta  
tekniikkaa.

### 8.3 Koko järjestelmän uusiminen

Nykyaikaiset vaunut ovat fyysiseltä kooltaan huomattavasti pienempiä,  
kuin nykyiset käytössä olevat vaunut. Tämä taas helpottaa vaunujen kulke-  
mista ahtaissa tuotantotiloissa.

Tämä on vaihtoehtoista kustannuksiltaan kallein, mutta pienemmät vaunut  
modernilla navigointijärjestelmällä mahdollistavat huomattavasti katta-  
vammat laajennuksen vihien käyttöön. Päivittämällä ensiksi vain osa vau-  
nuista, saadaan kustannuksia jaettua pidemmälle aikavälille.

## 9 TOIMITTAJAN VALINNASSA HUOMIOITAVA

Teknos Oy:n nykyisen vihijärjestelmän toimittanut yritys ei ole laitevalmis-  
tajana keskittynyt lavoille pakattujen tavaroiden nopeaan siirtelyyn useita  
tuotantolinjoja ja osastoja käsittävässä tuotantoympäristössä.

Tämän hetkisten vaunujen ruongot on jouduttu erikseen suunnittelemaan,  
ja räätälöimään Teknoksen tarpeita vastaaviksi. Lisäksi nykyisen järjestel-  
män käyttämä navigointijärjestelmä on ollut jo vaunujen toimitushetkellä  
vanhentunutta teknologiaa, sillä seuraavan sukupolven navigointijärjes-  
telmä on ollut jo tuotantokäytössä, kun järjestelmä on käyttöön otettu.

### 9.1 Toimittajan koko ja toimialue

Toimittajan valinnassa tulisi järjestelmän hinnan lisäksi huomioida, mil-  
laista huolto- ja ylläpitopalvelua toimittava yritys pystyy tarjoamaan myös  
järjestelmän käyttöönoton jälkeen.

Pienellä yrityksellä, jonka päätoimialaa kyseiset vaunut eivät ole, ja täten  
vaunut eivät ole edes millään lailla standardisoituja, ei ole mahdollisuutta,

eikä oikeasti edes kovin suurta kiinnostusta tarjota kovinkaan toimivaa huolto- ja ylläpitopalvelua yhdelle yksittäiselle vihivaunujärjestelmälle.

Lisäksi pitkä fyysinen välimatka toimittajaa, ja toimittavan yrityksen henkilöstöresurssien niukkuus ovat aiheuttaneet sen, että ongelmatilanteissa toimittajalta ei ole ollut apua saatavissa.

Mekaanisissa vioissa apua on saatu erilaisilta paikallisilta trukkien huoltoyrityksiltä, mutta heidän osaamisensa vihivaunutekniikkaan on kuitenkin kovin rajallinen.

Suuremmissa ongelmissa on jouduttu myös kääntymään nykyisen laitetoimittajan kilpailijoiden puoleen, mutta heillä taas ei ole kilpailullisista syistä kovinkaan suurta motivaatiota avustaa korjaamaan kilpailijan toimittamia laitteita.

Kaikkein suurin, ja alati kasvava ongelma kuitenkin on, että kun nykyiset laitteet edustavat vanhentunutta tekniikkasukupolvea, eivätkä ole millään tavalla standardisoituja, niin varaosien saatavuus nykyiseen järjestelmään on todella vaikeata. Ison osan tämän hetkisten vihien käyttämien osien valmistus on opetettu aikoja sitten, eikä kenelläkään ole ollut tarvetta ylläpitää suuria varastoja varaosia, sillä osien saatavuuden takuu-aika on jo myös mennyt umpeen.

Vaunujen ollessa standardisoimattomia, ja silloin saatavista olleista osista koottuja, ei varaosia ole odotettavissa edes purkuosina muualta käytöstä poistetuista järjestelmistä.

## 9.2 Suuret toimittajat

Suurempien vihivaunutoimittajien omat toimitilat sijaitsevat jo fyysisesti-kin lähellä Teknos Oy:n tehtaita. Lisäksi heillä on käytössään huoltohenkilökuntaa ympäri Suomea.

Tämän lisäksi molempien suurempien toimittajien, joiden laitteisiin olen käynyt tutustumassa, vihivaunut ovat standardisoituja ja käyttävät samoja runkoja, mastoja, sekä ajo- ja nostoyksiköitä, kuin toimittajien muutkin trukkit.

Näistä lähtökohdista suuremmat toimittajat pystyvät tarjoamaan huoltopalveluja nopeasti ja joustavasti, sekä varaosia on toimittajalla itsellään varastossa runsaasti. Toimiva ja osaava huoltopalvelu lyhentää huolto-aikoja, sekä vähentää varaosapuutteista johtuvia katkoksia vihivaunujärjestelmän käytössä.

## 10 TOIMENPIDE-EHDOTUS

Nykyinen järjestelmä on tällä hetkellä sellaisessa tilassa, että vaunut vaativat jatkuvaa valvontaa ja huoltoa. Ongelmatilanteita joudutaan selvittämään jatkuvasti, sekä lopulta viheille tarkoitettuja siirtoja joudutaan kuitenkin

suorittamaan henkilökunnan toimesta trukeilla. Kaiken kaikkiaan vihijärjestelmä ei nykyisellään enää mielestäni täytä automaattisen trukkijärjestelmän määritelmää. Lisäksi nykyisen järjestelmän käyttöaste on vihijärjestelmälle turhan alhainen.

### 10.1 Vaunujen uusiminen

Mielestäni ainakin kaksi keskusvaraston ja nestemaalituotannon välillä kulkevaa vihivaunua tulisi uusia kokonaan mahdollisimman pian. Kolmannen jauhemaalituotannon ja jauhemaalivaraston välillä kulkevan vihin uusintaa voitaisiin viivästyttää hieman, mikäli hankinnan taloudelliset kustannukset sitä vaativat.

Kahdesta vaihdettavasta vaunusta saadaan kolmannelle vaunulle varaosia, joilla kyseinen vaunu todennäköisesti saataisiin vielä toimimaan siedettävällä tavalla ainakin jonkin aikaa. Kolmannen vaunun ongelmaksi jää edelleen vaunun fyysinen koko, joka rajoittaa vaunun käyttöä tuotantotiloissa, joten kyseistä vaunua ei voitaisi käyttää kaikissa uuden järjestelmän siirroissa.

Kaksi jauhemaalitehtaan tuotannon käytössä olevaa vihiä jättäisin ennalleen, sillä ne toimivat joka tapauksessa itsenäisenä järjestelmänään, ja tämä järjestelmä on myös kytketty Teknos Oy:n ERP-järjestelmään. Nämä vaunut myös edustavat jo uudempaa vihivaunujen ohjaussukupolvea, sekä näiden vaunujen toiminnassa on ollut huomattavasti vähemmän ongelmia.

### 10.2 Akku- / latausjärjestelmä

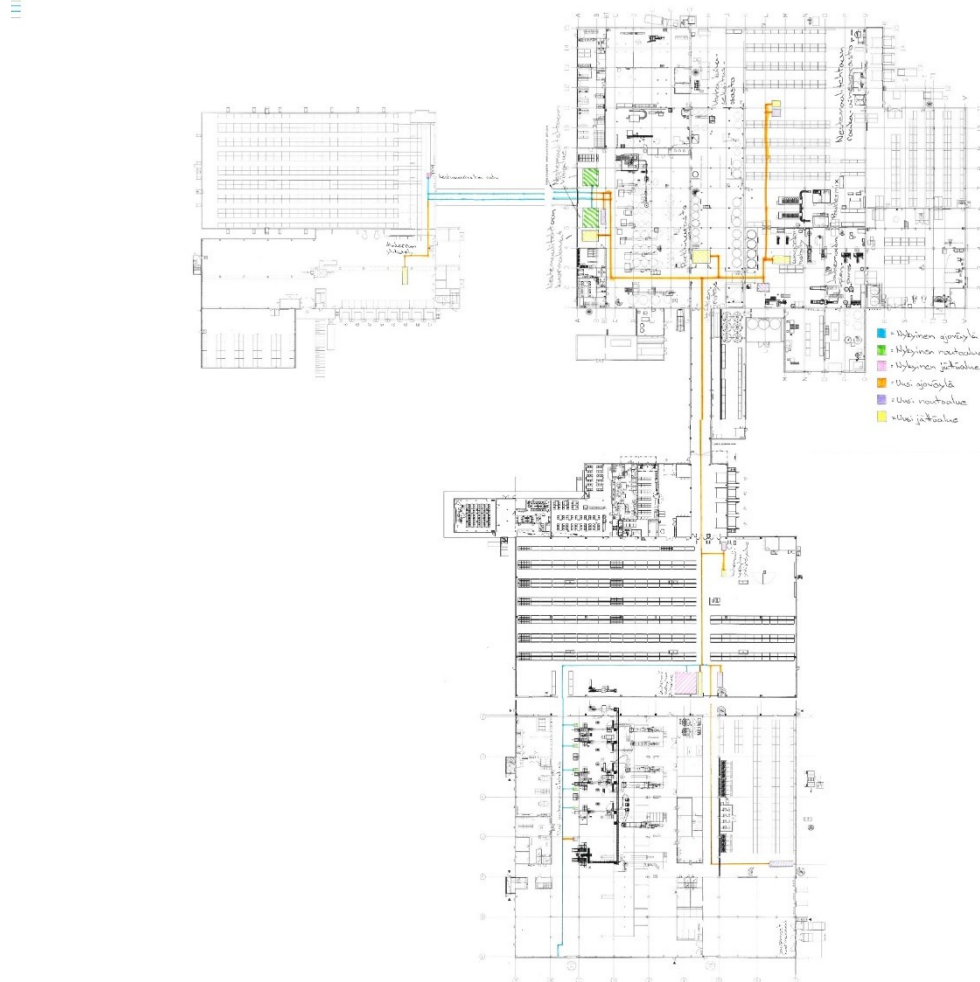
Suurin osa nykyisen järjestelmän ongelmista on liittynyt akkujen varauksen keston. Keskusvaraston vihijärjestelmä on suunniteltu kaksivuorotyöhön, jolloin akkujen varauksen pitäisi riittää 16 tunnin työskentelyyn, ja lataus tapahtuu yöllä, kun viheillä ei muutenkaan olisi siirrettävää. Siirtotehtävien välisen ajan vaunut odottavat varaston ja tuotannon välisessä yhdyskäytävässä. Akkujen varaus ei kuitenkaan ole enää kestänyt koko 16 tunnin työpäivää, vaan vihit ovat menneet lataukseen jo useaa tuntia ennen työpäivän päättymistä. Tällöin viheille suunnitellut siirrot on jouduttu suorittamaan manuaalitrukeilla.

Kolmas uudistettavaksi ehdotettu vihivaunu on suunniteltu kolmivuorotyöhön, joten se on varustettu pikaladattavalla akulla. Pikaladattava akku ei kestä edes kokonaista työpäivää, mutta vaunu käy työpäivän aikana useita kertoja lyhyitä aikoja lataamassa akkuaan, jolloin vihivaunun toimintaan ei tule koskaan pitkiä katkoksia. Lisäksi vihivaunun kotipaikaksi on määritelty järjestelmässä vihin latauspiste. Tällöin vihivaunu latautuu aina, kun sillä ei ole suoritettavaa tehtävää. Tämä järjestelmä on toiminut huomattavasti luotettavammin.

Mielestäni tällä perusteella olisi järkevää tulevaisuudessa varustaa kaikki tulevat vihivaunut pikaladattavilla akuilla, ja määrittää vihivaunujen odotuspaikaksi latauspiste.

### 10.3 Uudet vihireitit

Nykyisen vihijärjestelmän käyttöaste on huomattavan alhainen. Tämä laskee huomattavasti vihijärjestelmään sidotun pääoman tuottavuutta. Mielestäni ainoa tapa parantaa käyttöastetta on joko vähentää vaunujen määrää, tai lisätä viheillä suoritettavien siirtojen määrää (kuva 5).



Kuva 5. Uudet vihireitit

Vihivaunujen määrän vähentäminen kuitenkin lisää järjestelmän haavoittuvuutta. Jokaisessa vika- tai virhetilanteessa kaikki vihivaunujen siirrot jouduttaisiin suorittamaan henkilökunnan toimesta.

Mielestäni järkevämpi vaihtoehto oli keskustella vihivaunutoimittajien kanssa, mitä tässä työssä selvitettyjä usein toistuvia siirtoja olisi fyysisesti mahdollista suorittaa vihivaunuilla, ja parantaa vihien käyttöastetta ottamalla mahdollisimman paljon näistä siirroista vihivaunujen suoritettavaksi. Käytännössä se, kuinka vihivaunujärjestelmä suoriutuu uusista tehtävistä, selviää vasta, kun vihijärjestelmä on päivittäisessä käytössä. Siksi ehdottaisin, että vihivaunujen tehtäviä lisätään asteittain, jotta nykyisten tehtävien suorittaminen ei liiaksi häiriinny uusien tehtävien takia.

## 11 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä on käyty laaja-alaisesti läpi työn tilaajan antamaa tehtävänantoa aiheeseen liittyvän teorian, nykytilaan johtaneiden syiden ja tulevaisuuden mahdollisuuksien kannalta.

Työstä selviää, miten tämän hetkinen tilanne on muodostunut, mutta kirjoittaja esittää myös konkreettisia vaihtoehtoja, sekä oman näkemyksensä, kuinka tilanteessa voitaisiin edetä.

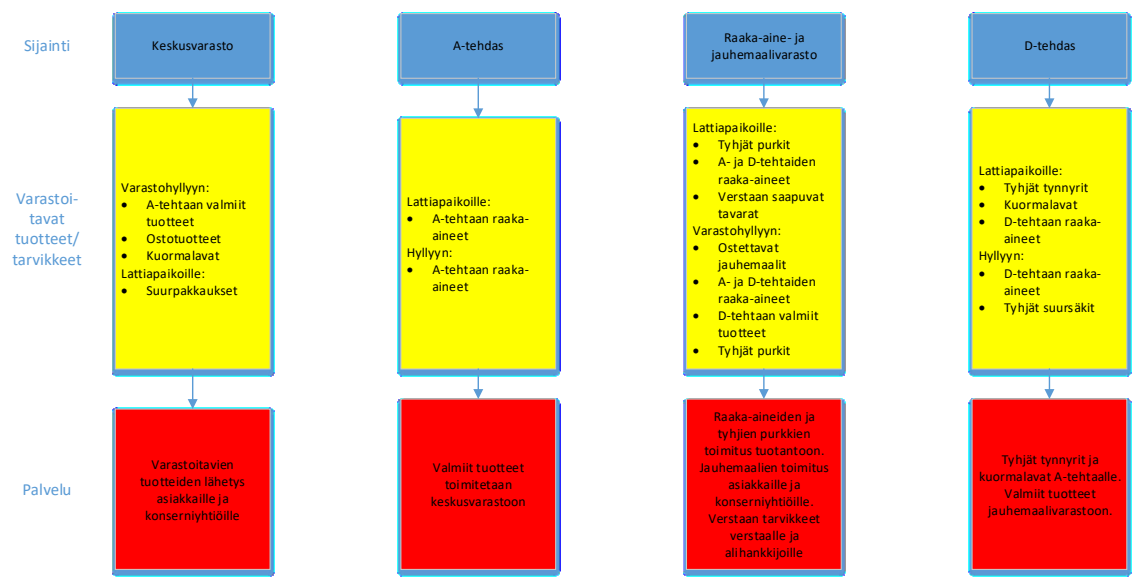
Opinnäytetyön tilaajan painopiste aiheen asettamisessa oli uusien vihireitien kartoittaminen tilaajan tuotantotiloissa. Työssä on käyty läpi millaisia materiaaleja tilaajan tuotantotiloissa liikkuu, kuinka paljon ja millaisia hyötyjä saataisiin eri materiaalien siirtojen muuttamisella vihivaunujen tehtäviksi.

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä tilaajan tuotantotiloissa on meneillään ja suunnitteilla muitakin suuria muutoksia ja projekteja, joten työn tuloksia ei sellaisenaan kannata suoraan lähteä soveltamaan käytäntöön huomioimatta muita tulevia muutoksia. Opinnäytetyö luo kuitenkin vahvan pohjan vihivaunujen käytön suunnittelulle osana tulevaisuuden sisälogistiikkaa.

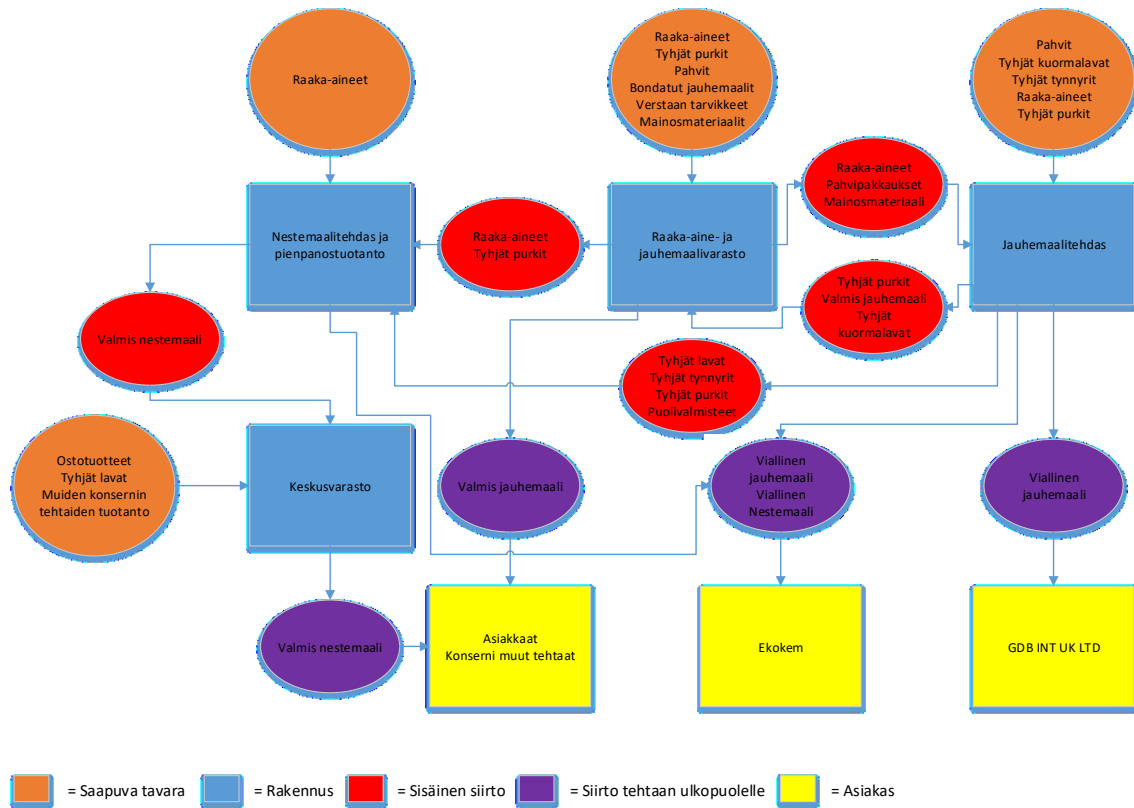
## LÄHTEET

- Ab Solving Oy (2016)  
Ab Solving Oy:n toimittama materiaali
- Fluid-bag Ltd (2012)  
Viitattu 7.3.2017. <http://www.fluid-bag.com/headoffice.html>
- Günter U. (2015)  
*Automated Guided Vehicle Systems*  
Berliini: 2015
- Joensuu P. (2016)  
Haastattelu: Pekka Joensuu, Manager AGV Systems, Ab Solvin Oy, Pietar-  
saari 9.11.2016
- Karrus K. (2003)  
*Logistiikka* 3.-4. painos.  
Juva: WS Bookwell Oy
- Korppi-Tommola A. (1998)  
*Pintaa syvemmältä: Teknos 1948-1998*  
Espoo: Art Print
- Rocla Oy (2014)  
*Maximize your logistics performance – AVG range brochure*  
Viitattu 10.10.2016. [http://www.rocla-agv.com/sites/default/files/docu-  
ments/rocla-agvgenbr\\_0615eng.pdf](http://www.rocla-agv.com/sites/default/files/documents/rocla-agvgenbr_0615eng.pdf)
- Sakki J. (2009)  
*Tilaus-toimitusketjun hallinta* 7. painos.  
Helsinki: Hakapaino Oy
- Suomen Kuljetusopas (N.N.)  
Viitattu 10.10.2016. [http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kasittelylait-  
teet/](http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kasittelylait-<br/>teet/)
- Teknos Oy, 2010  
Viitattu 10.10.2016. <http://www.teknos.fi/?pageid=H2897>

PROSESSIKAAVIO - SAAPUVATAVARA



PROSESSIKAAVIO – SISÄISET SIIRROT





## ETÄISYYSMATRIISI

## Nouto- ja jättöpisteiden väliset etäisyydet:

	Alak. yhdistely	Kesk.var. rata	Uusi jauhetehdas	Saapuneet lavat
Alak. yhdistely	X	31,5m	313,5m	346,5m
Kesk.var. rata	31,5m	X	292,5m	325,5m
Uusi jauhetehdas	313,5m	292,5m	X	124,5m
Saapuneet lavat	346,5m	325,5m	124,5m	X
Jauhem. vihialue	255m	234m	69m	117m
Jauheyhdistely	223,5m	202,5m	114m	182m
Nestem. vihialue	77,5m	58m	249,5m	276,5m
Nestem. lavat	95m	74m	234,5m	261,5m
Purkkivarasto	145m	124m	202m	229m
Pienp. jauheet	170m	149m	224,5m	256,5m
Powdermix	190m	169m	249,5m	276,5m
Kuivishylly	157,5m	136,5m	214,5m	244m
4-tien risteys	130m	109m	189,5m	216,5m
Vanha kuivis	137,5m	116,5m	282m	309m
Nestem. RA-var.	102,5m	81,5m	272m	299m
Jauhem. vihialue	Jauheyhdistely	Nestem. vihialue	Nestem. lavat	Purkkivarasto
255m	223,5m	77,5m	95m	145m
234m	202,5m	58m	74m	124m
69m	114m	249,5m	234,5m	202m
117m	182m	276,5m	261,5m	229m
X	49,5m	183,5m	166m	136m
49,5m	X	153,5m	136m	106m
183,5m	153,5m	X	20m	72,5m
166m	136m	20m	X	57,5m
136m	106m	72,5m	57,5m	X
163,5m	133,5m	100m	85m	45m
183,5m	153,5m	120m	105m	65m
148,5m	118,5m	85m	70m	30m
123,5m	93,5m	60m	45m	15m
171m	141m	65m	72,5m	97,5m
161m	131m	95m	102,5m	87,5m

Pienp. jauheet	Powdermix	Kuivishylly	4-tien risteys	Vanha kuivis	Nestem. RA-var.
170m	190m	157,5m	130m	137,5m	102,5m
149m	169m	136,5m	109m	116,5m	81,5m
224,5m	249,5m	214,5m	189,5m	282m	272m
256,5m	276,5m	244m	216.5m	309m	299m
163,5m	183,5m	148,5m	123,5m	171m	161m
133,5m	153,5m	118,5m	93,5m	141m	131m
100m	120m	85m	60m	65m	92,5m
85m	105m	70m	45m	72,5m	102,5m
45m	65m	30m	15m	97,5m	87,5m
X	20m	30m	40m	97,5m	87,5m
20m	X	50m	60m	80m	47,5m
30m	50m	X	25m	70m	60m
40m	60m	25m	X	90m	80m
97,5m	80m	70m	90m	X	30m
87,5m	47,5m	60m	80m	30m	X

[Introduction](#)  
[Getting started](#)  
[Getting started](#)  
[Getting started](#)

